

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : **2003-298383**

(43)Date of publication of application : **17.10.2003**

(51)Int.Cl.

H03H 9/145

H03H 9/25

(21)Application number : **2002-094921**

(71)Applicant : **mitsubishi materials corp**

(22)Date of filing : **29.03.2002**

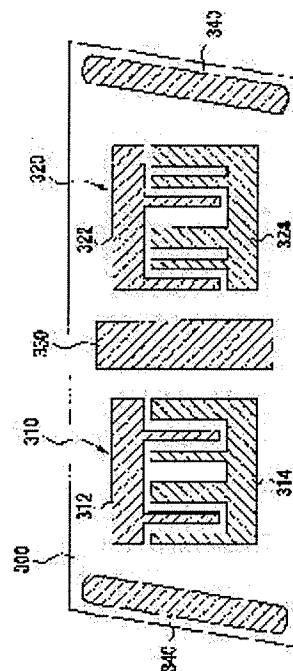
(72)Inventor : **O SHUKI  
UDA SATOSHI  
HASEGAWA HIROHARU**

## (54) SURFACE ACOUSTIC WAVE ELEMENT

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a surface acoustic wave element as a langasite piezoelectric crystal substrate which facilitates the electrode design and improves its flexibility.

**SOLUTION:** The surface acoustic element includes a surface acoustic wave converter which has a positive electrode finger connected to a positive electrode and a negative electrode finger connected to a negative electrode formed on a surface of the langasite single crystal substrate 300. The surface acoustic wave converter has a transmission side converter 310 for generating an excitation wave and a receiving side converter 320 for receiving the excitation wave, and the respective electrodes are formed along the propagation direction of the surface acoustic wave so that natural directionality disappears. And W (tungsten) is used as the electrode material of the surface acoustic wave converter.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 23.03.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of

rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2003-298383  
(P2003-298383A)

(43) 公開日 平成15年10月17日 (2003. 10. 17)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

H 0 3 H 9/145  
9/25

識別記号

F I

H 0 3 H 9/145  
9/25

テーマコード\* (参考)

Z 5 J 0 9 7  
C

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2002-94921(P2002-94921)

(22) 出願日 平成14年3月29日 (2002. 3. 29)

(71) 出願人 000006264

三菱マテリアル株式会社  
東京都千代田区大手町1丁目5番1号

(72) 発明者 王 守▲奇▼

埼玉県秩父市横瀬町大字横瀬2270番地 三  
菱マテリアル株式会社セラミックス工場電  
子デバイス開発センター内

(74) 代理人 100064908

弁理士 志賀 正武 (外6名)

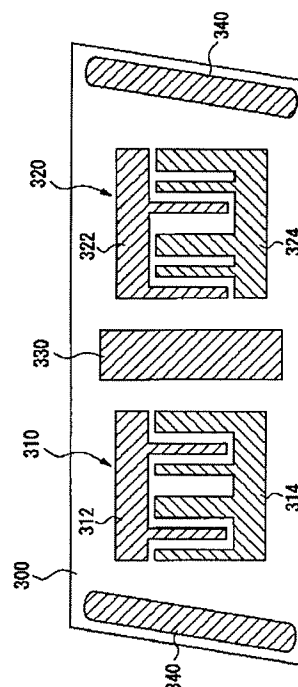
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 表面弾性波素子

(57) 【要約】

【課題】 電極設計の容易化及び自由度の向上を図ったランガサイトを圧電結晶基板とした表面弾性波素子を提供する。

【解決手段】 ランガサイト単結晶基板300の表面に形成される正電極に接続される正電極指と負電極に接続される負電極指とからなる表面弾性波変換器を有する表面弾性波素子であって、前記表面弾性波変換器は励振波を発生する送信側変換器310と、この励振波を受信する受信側変換器320からなり、前記各変換器は自然一方向性が消滅するように表面弾性波の伝搬方向に沿って、前記各電極が形成されており、前記表面弾性波変換器の電極材料としてWが使用される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 ランガサイト単結晶基板表面に形成される正電極に接続される正電極指と負電極に接続される負電極指とからなる表面弾性波変換器を有する表面弾性波素子であって、前記表面弾性波変換器は励振波を発生する送信側変換器と、この励振波を受信する受信側変換器からなり、前記各変換器は自然一方向性が消滅するように表面弾性波の伝搬方向に沿って、前記各電極が形成されており、前記表面弾性波変換器の電極材料をWにしたことを特徴とする表面弾性波素子。

【請求項2】 前記送信側変換器は、表面弾性波の伝搬方向に前記正電極指のうち隣接する第1、第2の正電極指と、該第2の正電極指の片側に隣接する第1の負電極指とを有し、

前記第1、第2の正電極指及び前記第1の負電極指の位置関係と各電極指の幅は、表面弾性波の波長を $\lambda$ としたときに、前記第1の正電極指の幅 $W1$ が $1/3 \lambda / 4 \leq W1 \leq 1/6 \lambda / 4$ 、前記第2の正電極指の幅 $W2$ が、 $W2 = \lambda / 8$ 、前記第1の負電極指の幅 $W3$ は、 $W3 = \lambda / 8$ であり、前記第1の正電極指と第2の正電極指との間の空隙 $d1$ が $3/4 \lambda \leq d1 \leq 6/4 \lambda$ 、第2の正電極指と第1の負電極指との空隙 $d2$ が $d2 = \lambda / 8$ 、第1の負電極指と次に隣接する正電極指との空隙 $d3$ が $1/4 \lambda / 4 \leq d3 \leq 8/4 \lambda$ であることを特徴とする請求項1に記載の表面弾性波素子。

【請求項3】 前記受信側変換器は、表面弾性波の伝搬方向に第4、第5の正電極指と、該第4の正電極指と第5の正電極指との間に位置する第2の負電極指とを有し、

前記第4、第5の正電極指及び前記第2の負電極指の位置関係と各電極指の幅は、前記第4の正電極指の幅 $W4$ が $1/3 \lambda / 4 \leq W4 \leq 1/6 \lambda / 4$ 、前記第5の正電極指の幅 $W5$ が $W5 = \lambda / 8$ 、前記第2の負電極指の幅 $W6$ は、 $W6 = \lambda / 8$ であり、前記第4の正電極指と前記第2の負電極指との空隙 $d4$ が $3/4 \lambda \leq d4 \leq 6/4 \lambda$ 、前記第2の負電極指と第5の正電極指との空隙 $d5$ が $d5 = \lambda / 8$ 、前記第5の正電極指と次に隣接する正電極指との空隙 $d6$ が $1/4 \lambda / 4 \leq d6 \leq 8/4 \lambda$ であることを特徴とする請求項1または2のいずれかに記載の表面弾性波素子。

【請求項4】 前記表面弾性波変換器における電極の膜厚をH、表面弾性波の波長を $\lambda$ としたときに、 $0.03 < \lambda / H < 0.05$ であることを特徴とする請求項1乃至3のいずれかに記載の表面弾性波素子。

【請求項5】 前記送信側変換器を受信側変換器とし、前記受信側変換器を送信側変換器とすることを特徴とする請求項1乃至4のいずれかに記載の表面弾性波素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、移動体通信機器等に用いられる表面弾性波素子に関する。

【0002】

【従来の技術】 近年、携帯電話・携帯端末等の移動体通信機器が飛躍的に普及しているが、これら端末に用いられるフィルタには低損失、広帯域、小型等の特性が求められ、これらの特性を満たすデバイスとして単相一方向性変換器をもつ伝送型表面弾性波（SAW）フィルタが実用化されている。単相一方向性フィルタにおいては、励振波と反射波との位相差が、前方（順方向）には同相となり2つの波が強め合い、反対方向（逆方向）では2つの波が打ち消しあうため前方方向のみに表面弾性波が強く励振される。これにより、送信電極と受信電極の一方向性の向きを向かい合わせる事により、理論的には1dB以下の低損失フィルタを実現する事が可能となる。

【0003】 一方向性変換器を実現する手法としては、非対称な電極構造を用いたEWC-SPUDT、DART-SPUDTが考案されている。電極構造の非対称性を利用したこれらのフィルタのほかに、自然一方向性フィルタ（NSPUDT：Natural Single Phase Unidirectional Transducer）というものがある。自然一方向性フィルタは、基板結晶の非対称性を利用し一方向性を実現する。このため、正規型インターディジタルトランスジューサ（IDT）構造と呼ばれる、電極幅及び電極間隔がともに $\lambda/4$ となる正負電極指が周期的に複数連続的に配置された構造の変換器で一方向性の実現できる。

【0004】 ST-X水晶基板上に、正規型IDTを形成して弾性表面波を発生させても、波は正規型IDTの双方向に伝播してしまい、一方向性を実現できない。つまり、自然一方向性とは、圧電基板表面に正規型IDTを形成したときに一方に弾性表面波が強く励振される基板の特性を示すものである。この自然一方向性基板を用いる表面弾性波変換器では、基板自体の異方性を利用しているため送信側変換器と受信側変換器の順方向を向かい合わせる事が出来ない。送受信電極間で一方向性を向かい合わせる事ができなければ低損失のフィルタを作製することは不可能である。

【0005】 この問題を解決する手段として、竹内氏らによって自然一方向性の方向を反転させる電極構造として、特開平8-125484号公報において、幅がほぼ $\lambda/8$ で $\lambda$ のピッチで配列された正および負の電極指と、この電極指の間にほぼ $\lambda/8$ のエッジ間隔で配置された電極幅が $3/8 \lambda$ の浮き電極によって構成された表面弾性波変換器が提案されている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 表面弾性波デバイスの特性は、基板として用いられる圧電結晶の特性に依存している。この圧電結晶の特性として電気機械結合係数が大きいということと、周波数温度特性が良好であることが重要となる。現在、この2つの特性を同時に満足する

結晶としてランガサイトが注目されている。オイラー角表示で  $(\phi, \theta, \psi)$  とした時に  $-5^\circ \leq \phi \leq 5^\circ$ ,  $135^\circ \leq \theta \leq 145^\circ$ ,  $20^\circ \leq \psi \leq 30^\circ$  の範囲内にあるランガサイトは電気機械結合係数が  $0.3\% \sim 0.4\%$  であり、周波数温度特性は2次の依存性を示し、室温付近に頂点温度が存在する。電気機械結合係数はST水晶の約3倍であり、周波数温度特性における2次温度係数は水晶の2倍程度と非常に良好な特性をもち、低損失な表面弾性波フィルタへの応用が期待される結晶である。

【0007】オイラー角表示で前記範囲内にあるランガサイト単結晶はNSPUDT特性をもち、この基板を用いて低損失フィルタを実現するには、送受信電極で方向性の向きが対向するような電極構造を構成しなければならない。そのために、送信電極に電極幅及び電極間隔がともに  $\lambda/4$  となる正負電極指が周期的に複数連続的に配置された正規型IDTを用いた場合には、受信電極には一方方向性が反転した構造を用いなければならない。しかしながら、竹内氏らより提案されている電極構造では、フィルタの低損失化という要求に応えることができない。

【0008】また、一般に、表面弾性波素子に用いる圧電結晶基板上に形成する電極の材料としては、Alを使用する。この場合に、既述したように、水晶を圧電結晶基板とする場合には、電極材料としてAlを使用しても表面弾性波は、表面弾性波変換器の双方向に伝搬するが、ランガサイトを圧電結晶基板として使用し、電極材料としてAlを使用すると、励振波と反射波との間で位相ずれが生じ、一方方向性が生じる。

【0009】このために、自然一方方向性(NSPUDT特性)を有するランガサイトを圧電結晶基板として使用し、この電結晶基板上に表面弾性波の伝搬方向の方向性を送信側と受信側とで対向させるように電極設計をするには、送信側の電極と受信側の電極とで異なった構造にする必要がある。この場合に電極の方向性を自然一方方向性方向から反対方向にする反転電極の構造が複雑となり、SAWフィルタの設計は複雑になる。また、電極の弾性波に対する反射係数が小さく、方向性の反転が不足するという問題が有った。

【0010】本発明はこのような事情に鑑みてなされたものであり、電極設計の容易化及び自由度の向上を図ったランガサイトを圧電結晶基板とした表面弾性波素子を提供することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、請求項1に記載の発明は、ランガサイト単結晶基板表面に形成される正電極に接続される正電極指と負電極に接続される負電極指とからなる表面弾性波変換器を有する表面弾性波素子であって、前記表面弾性波変換器は励振波を発生する送信側変換器と、この励振波を受信する受信側変換器からなり、前記各変換器は自然一方

性が消滅するように表面弾性波の伝搬方向に沿って、前記各電極が形成されており、前記表面弾波変換器の電極材料をWにしたことを特徴とする。

【0012】また、請求項2に記載の発明は、請求項1に記載の表面弾性波素子において、前記送信側変換器は、表面弾性波の伝搬方向に前記正電極指のうち隣接する第1、第2の正電極指と、該第2の正電極指の片側に隣接する第1の負電極指とを有し、前記第1、第2の正電極指及び前記第1の負電極指の位置関係と各電極指の幅は、表面弾性波の波長を  $\lambda$  としたときに、前記第1の正電極指の幅  $W1$  が  $13\lambda/48 \leq W1 \leq 16\lambda/48$ 、前記第2の正電極指の幅  $W2$  が、 $W2 = \lambda/8$ 、前記第1の負電極指の幅  $W3$  は、 $W3 = \lambda/8$  であり、前記第1の正電極指と第2の正電極指との間の空隙  $d1$  が  $3\lambda/48 \leq d1 \leq 6\lambda/48$ 、第2の正電極指と第1の負電極指との空隙  $d2$  が  $d2 = \lambda/8$ 、第1の負電極指と次に隣接する正電極指との空隙  $d3$  が  $14\lambda/48 \leq d3 \leq 8\lambda/48$  であることを特徴とする。

【0013】また、請求項3に記載の発明は、請求項1または2のいずれかに記載の表面弾性波素子において、前記受信側変換器は、表面弾性波の伝搬方向に第4、第5の正電極指と、該第4の正電極指と第5の正電極指との間に位置する第2の負電極指とを有し、前記第4、第5の正電極指及び前記第2の負電極指の位置関係と各電極指の幅は、前記第4の正電極指の幅  $W4$  が  $13\lambda/48 \leq W4 \leq 16\lambda/48$ 、前記第5の正電極指の幅  $W5$  が  $W5 = \lambda/8$ 、前記第2の負電極指の幅  $W6$  は、 $W6 = \lambda/8$  であり、前記第4の正電極指と前記第2の負電極指との空隙  $d4$  が  $3\lambda/48 \leq d4 \leq 6\lambda/48$ 、前記第2の負電極指と第5の正電極指との空隙  $d5$  が  $d5 = \lambda/8$ 、前記第5の正電極指と次に隣接する正電極指との空隙  $d6$  が  $14\lambda/48 \leq d6 \leq 8\lambda/48$  であることを特徴とする。

【0014】また、請求項4に記載の発明は、請求項1乃至3のいずれかに記載の表面弾性波素子において、前記表面弾性波変換器における電極の膜厚を  $H$ 、表面弾性波の波長を  $\lambda$  としたときに、 $0.03 < \lambda/H < 0.05$  であることを特徴とする。

【0015】また、請求項5に記載の発明は、請求項1乃至4のいずれかに記載の表面弾性波素子において、前記送信側変換器を受信側変換器とし、前記受信側変換器を送信側変換器とすることを特徴とする。

【0016】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を、図面を参照して詳細に説明する。まずランガサイト圧電基板上に、電極幅及び電極間隔がともに  $\lambda/4$  となる正負電極指が周期的に複数連続的に配置された、いわゆる正規型電極(正規型IDT)を形成し、これを励振駆動したときに、自然一方方向性を有する原理について図1を参照して説明する。

【0017】図1に正規型電極の模式図を示す。同図において、この正規型電極は、正電極1および負電極2からなり、正電極1を構成する正電極指1Aと、この正電極指1Aの左右に配置された負電極2を構成する負電極指2A及び2Bとの間に電界が発生する。このときに、この電界によって励振されることによりランガサイト圧電基板に発生した弾性表面波の励振中心は正電極指1Aのほぼ中心Aとなる。

【0018】また、この電極構造において、周期的に配置されている電極幅 $\lambda/4$ の電極指が表面弾性波の反射源となる。反射は音響インピーダンスの不連続に起因することから、それぞれの電極指の端部で表面弾性波が反射する。このように電極指の両端部の2箇所でも表面弾性波が反射するのだが、等価的に電極指の中心で反射すると考えて支障がない。このとき、反射波の位相が変化する。この変化量は、圧電基板の種類とその切断面と表面弾性波の伝搬方向、さらに電極材料とその厚さに依存する。例えば圧電基板にSTカットX伝搬水晶、金属材料としてAlを用いたときには反射波の位相が $90^\circ$ 遅れる、すなわち位相変化量が $90^\circ$ となる。

【0019】これに対して圧電結晶として基板方位及び

$$-2 \times \frac{3\lambda}{8} \times \frac{2\pi}{\lambda} - \frac{\pi}{2} = -2\pi \quad (2)$$

となり、励振波と同位相である。これに対して、A→C→Aの経路で反射する波のA点での位相は

【数3】

$$-2 \times \frac{\lambda}{2} \times \frac{2\pi}{\lambda} - \frac{\pi}{2} = -\pi \quad (3)$$

となり、励振波と逆位相である。このために、図1の右方向に表面弾性波が強く励振されることになり、一方向性が実現される。

【0021】以上のことから、図2に示すように励振中心と反射中心の距離が、

【数4】

$$\frac{\lambda}{2} + \frac{n\lambda}{2} \quad (n=0, 1, 2, \dots) \quad (4)$$

となったときに、励振中心から反射中心の向きに一方向性を実現することが可能となる。つまり、任意の結晶に、表面弾性波が励振可能な周期電極構造(IDT)を形成したときに、その表面弾性波変換器が一方性を有するか否かは、励振中心と反射中心の位置が特定できれば断定できる。この励振中心と反射中心の位置はモード結合理論を用いたときのモード結合パラメータによって記述される。

$$\alpha - \beta = \frac{\pi}{4} + n\pi \quad (n=0, 1, 2, \dots) \quad (8)$$

という関係があればよい。

【0024】しかし、 $\alpha$ の値で表現される一方向性を考慮したSAWフィルタの設計は困難とされている。本発明では、表面弾性波素子における反射波の位相ずれ $\alpha$

表面弾性波伝搬方向をオイラー角表示で $(\phi, \theta, \phi)$ とした時に $-5^\circ \leq \phi \leq 5^\circ$ ,  $135^\circ \leq \theta \leq 145^\circ$ ,  $20^\circ \leq \phi \leq 30^\circ$ の範囲内にある、またはこれと結晶学的に等価な方位であるランガサイト単結晶を基板として用い、更に電極材料としてAlを用いて正規型IDTを形成したときに、電極指によって反射される表面弾性波の位相変化量は $-90^\circ + 2\alpha$ となる。この $2\alpha$ を反射時の位相ずれと考えたときに、この $2\alpha$ に相当する分だけ反射中心が電極指の中心からずれたとして反射中心を定義すると、反射中心のずれ $\delta$ は

【数1】

$$\delta = \frac{\alpha}{2} \lambda \quad (1)$$

となる。 $\delta$ が正のときには電極指の中心から右側に、負のときは左側に反射中心がずれる。

【0020】反射中心と電極指の中心のずれの大きさが $\lambda/8$ のときに、正電極指1Aで励振された波と、隣接する負電極指2Aの反射中心B、正電極指1Aの端部Cで反射された波の点Aでの位相を図1を用いて考えると、A→B→Aの経路で反射する波のA点での位相は、

【数2】

【0022】モード結合パラメータは自己結合係数

$\kappa_{11}$ 、モード間結合係数 $\kappa_{12}$ 、励振係数 $\zeta$ 、静電容量Cからなる。ここで、モード間結合係数 $\kappa_{12}$ は

【数5】

$$\kappa_{12} = |\kappa_{12}| e^{j2\alpha} \quad (5)$$

と表現され、その位相分が基準面からの反射中心のずれに相当し、そのずれの大きさが(1)式で表される。

【0023】また、励振係数 $\zeta$ は

【数6】

$$\zeta = |\zeta| e^{j\beta} \quad (6)$$

となり、基準面から

【数7】

$$\gamma = \frac{\beta}{2} \lambda \quad (7)$$

だけ、離れたところに励振中心があると考えてよい。よって、反射中心と励振中心の差が(4)式を満たすためには、モード間結合係数と励振係数 $\zeta$ との位相の間に

【数8】

結晶基板として、正規型IDTを基板上に形成した表面弾性波素子では、表面弾性波の伝搬方向が双方向性となるので、SAWデバイスの要求特性に応じて、電極の配置、形状を複雑化させる必要がなく、電極設計の容易化が図れる。

【0025】図3は、本発明が適用される表面弾性波素子において、複数の電極材料について $H/\lambda$ と位相ずれ $\alpha$ との関係をシミュレーションした結果を示す特性図である。以下に、そのシミュレーションの手法について説明する。

【0026】正規型IDTの電気端子を短絡、開放した場合に対応するグレーティング反射器のストップバンドの上下限の周波数と基板表面での電位定在波分布、および電極一対あたりの静電容量 $C_s$ からモード結合方程式中の諸定数を求めることができる。ハイブリッド有限要素法を用いて、これらの計算に必要なすべての諸量を計算した。

【0027】以上のシミュレーションにより図3に示すように、電極材料としてTaを使用したときには、 $H/\lambda=0.0375$ 付近で $\alpha=0^\circ$ となり、また電極材料としてWを使用したときには、 $H/\lambda=0.0325$ 付近で $\alpha=0^\circ$ となり、ランガサイトを圧電結晶基板とする表面弾性波素子の自然一方向性を消滅させることができる。更に、電極材料としてAlを使用したときには位相ずれは収束せず、ランガサイトを圧電結晶基板とする表面弾性波素子の自然一方向性を消滅させることができないことが判る。

【0028】したがって、電極材料としてTaを選択したときには、 $0.035 < H/\lambda < 0.04$ の範囲で、また、電極材料としてWを選択したときには、 $0.03 < H/\lambda < 0.05$ の範囲で電極の配置を決定するのが好ましい。

【0029】本実施形態に係る表面弾性波素子は、ランガサイト単結晶基板表面に形成される正電極に接続される正電極指と負電極に接続される負電極指とからなる表面弾性波変換器を有する表面弾性波素子であって、前記表面弾性波変換器は励振波を発生する送信側変換器と、この励振波を受信する受信側変換器からなり、前記各変換器は自然一方向性が消滅するように表面弾性波の伝搬方向に沿って、前記各電極が形成されており、前記表面弾性波変換器の電極材料をWにしたことを特徴としている。

【0030】本実施形態に係る表面弾性波素子に用いられる送信側の表面弾性波変換器は、図4に示すように、正電極10と、負電極20とからなり、表面弾性波の伝搬方向に隣接する第1、第2の正電極指12、14と、該第2の正電極指14の片側に隣接する第1の負電極指22とを有している。

【0031】第1、第2の正電極指12、14及び第1の負電極指22の位置関係と各電極指の幅は、表面弾性

波の波長を $\lambda$ としたときに、第1の正電極指12の幅 $W_1$ が $1/3 \lambda / 4 \leq W_1 \leq 1/6 \lambda / 4$ 、第2の正電極指14の幅 $W_2$ が、 $W_2 = \lambda / 8$ 、第1の負電極指22の幅 $W_3$ は、 $W_3 = \lambda / 8$ であり、第1の正電極指12と第2の正電極指14との間の空隙 $d_1$ が $3/4 \lambda \leq d_1 \leq 6/4 \lambda$ 、第2の正電極指14と第1の負電極指22との空隙 $d_2$ が $d_2 = \lambda / 8$ 、第1の負電極指22と次に隣接する正電極指16との空隙 $d_3$ が $1/4 \lambda / 4 \leq d_3 \leq 8/4 \lambda$ である。

【0032】また、本実施形態に係る表面弾性波素子に用いられる受信側の表面弾性波変換器は、図5に示すように、正電極100と、負電極200とからなり、表面弾性波の伝搬方向に第4、第5の正電極指102、104と、該第4の正電極指102と第5の正電極指104との間に位置する第2の負電極指202とを有している。

【0033】第4、第5の正電極指102、104及び第2の負電極指202の位置関係と各電極指の幅は、第4の正電極指102の幅 $W_4$ が $1/3 \lambda / 4 \leq W_4 \leq 1/6 \lambda / 4$ 、第5の正電極指104の幅 $W_5$ が $W_5 = \lambda / 8$ 、第2の負電極指202の幅 $W_6$ は、 $W_6 = \lambda / 8$ であり、第4の正電極指102と第2の負電極指202との空隙 $d_4$ が $3/4 \lambda \leq d_4 \leq 6/4 \lambda$ 、第2の負電極指202と第5の正電極指104との空隙 $d_5$ が $d_5 = \lambda / 8$ 、第5の正電極指104と次に隣接する正電極指106との空隙 $d_6$ が $1/4 \lambda / 4 \leq d_6 \leq 8/4 \lambda$ である。

【0034】次に、図4及び図5に示した本発明の実施形態に係る表面弾性波素子に用いられる表面弾性波変換器の電極構造を用いて作製した伝送型表面弾性波フィルタの構成を図6に示す。同図において、ランガサイト単結晶基板300上には表面弾性波の伝搬方向に沿って、送信側変換器（送信電極に相当）としての正規型IDT310と、受信側変換器（受信電極に相当）としての正規型IDT320とがシールド電極330を介して設けられている。このシールド電極330は直達波を低減する機能を有している。

【0035】正規型IDT310は、正電極312と負電極314からなり、各電極幅及び電極間隔は図4に示した通りであり、図4に示した電極構造が周期的に複数連続的に配置されるように形成され、NSPUDT特性を利用して一方向性を実現している。また、受信電極としてのIDT320は、正電極320と負電極324からなり、各電極幅及び電極間隔は図5に示した通りであり、図5に示した電極構造が周期的に複数連続的に配置されるように形成され、NPUDT特性を利用して一方向性を実現している。図6において、ランガサイト基板300の端部には吸音材が塗布されており、不要な表面弾性波を吸収する機能を有している。

【0036】上記構成からなる伝送型表面弾性波フィル

タの周波数特性を図7に示す。図7から明らかなように、本発明が適用されるタングステン（W）を電極材料として用いて作製した伝送型表面弾性波フィルタは、低挿入損失であり、通過帯域が広いという特徴を有している。なお、図4に示した表面弾性波素子における送信側変換器を受信側変換器とし、図4に示した表面弾性波素子における受信側変換器を送信側変換器として使用してもよい。このように構成しても、上述した本発明の実施形態により得られるのと同様の効果が得られる。

#### 【0037】

【発明の効果】以上に説明したように、本発明によれば、ラングサイト単結晶基板表面に形成される正電極指と負電極指とからなる表面弾性波変換器を有する表面弾性波素子であって、電極材料としてWを用いて前記弾性表面波変換器は自然一方向性が消滅するように表面弾性波の伝搬方向に沿って、前記各電極が形成されるので、ラングサイトを圧電結晶基板とした表面弾性波素子における電極設計の容易化及び自由度の向上が図れる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 正規型IDTの電極構造を示す平面図。

【図2】 図1に示す正規型IDTにより一方向性を実現するための励振中心と反射中心の位置関係を示す説明図。

【図3】 本発明の実施形態に係る表面弾性波素子にお

いて、複数の電極材料について $H/\lambda$ と位相ずれ $\alpha$ との関係をシミュレーションした結果を示す特性図。

【図4】 本発明の実施形態に係る表面弾性波素子に用いられる送信側の表面弾性波変換器の電極構造を示す説明図。

【図5】 本発明の実施形態に係る表面弾性波素子に用いられる受信側の表面弾性波変換器の電極構造を示す説明図。

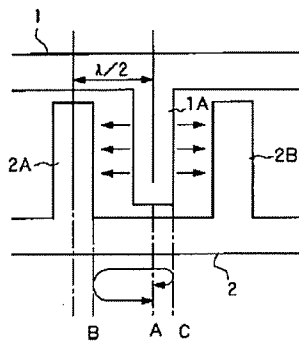
【図6】 本発明の実施形態に係る表面弾性波素子に用いられる表面弾性波変換器の電極構造を用いて作製した伝送型表面弾性波フィルタの構成を示す説明図。

【図7】 図6に示した伝送型表面弾性波フィルタの周波数特性を示す特性図。

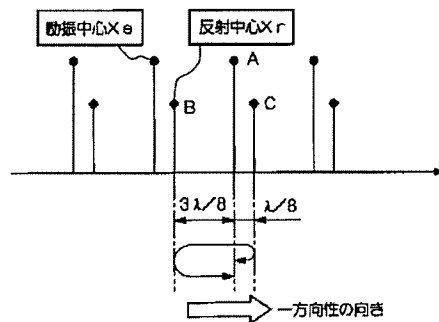
#### 【符号の説明】

- 1、10、100、310、322…正電極
- 2、20、200、314、324…負電極
- 1A、12、14、16、102、104、106…正電極指
- 2A、2B、22、202…負電極指
- 300…ラングサイト基板
- 310…送信側変換器
- 320…受信側変換器
- 330…シールド電極
- 340…吸音材

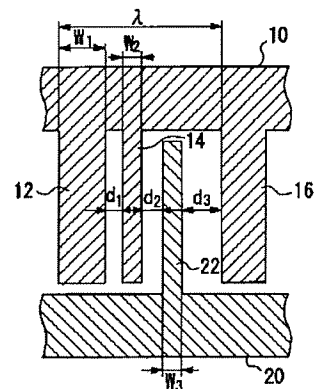
【図1】



【図2】

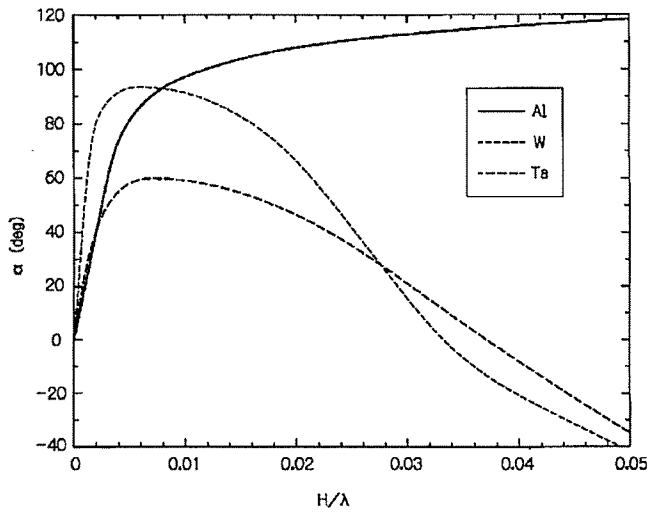


【図4】

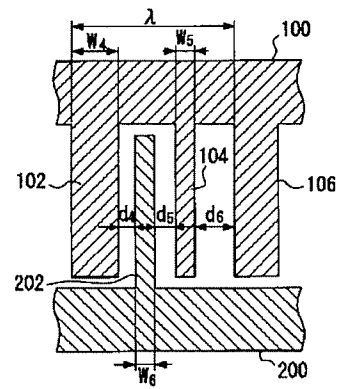




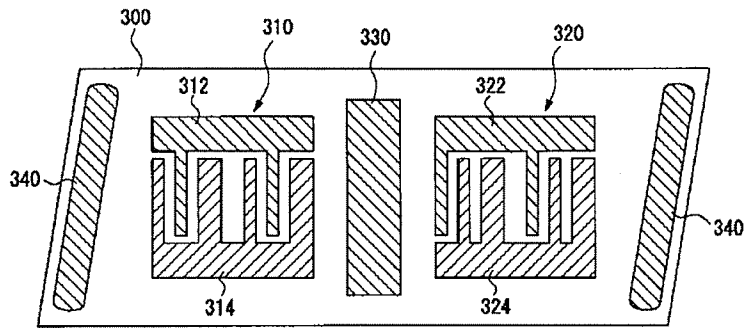
【図 3】



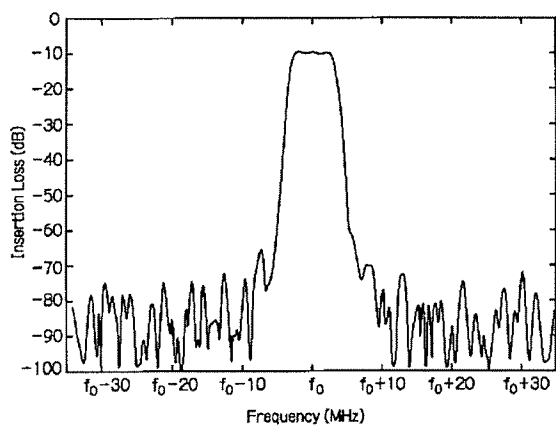
【図 5】



【図 6】



【図 7】



フロントページの続き

(72)発明者 宇田 聡

埼玉県秩父市横瀬町大字横瀬2270番地 三  
菱マテリアル株式会社セラミックス工場電  
子デバイス開発センター内

(72)発明者 長谷川 弘治

北海道室蘭市水元町27番地1号 室蘭工業  
大学 電気電子工学科内

Fターム(参考) 5J097 AA01 AA13 BB11 CC15 DD05

DD14 DD18 DD28 FF01 FF03

GG01 GG05 KK03 KK05